



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11120523 A**(43) Date of publication of application: **30.04.99**

(51) Int. Cl

**G11B 5/39**(21) Application number: **09285494**(22) Date of filing: **17.10.97**(71) Applicant: **AKITA PREFECTURE**(72) Inventor:  
**YAMAKAWA KIYOSHI**  
**HONDA NAOKI**  
**OUCHI KAZUHIRO**(54) **MAGNETORESISTIVE EFFECT HEAD**

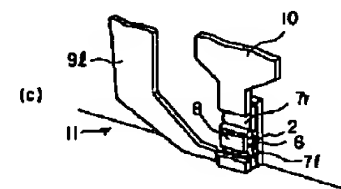
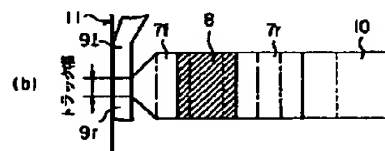
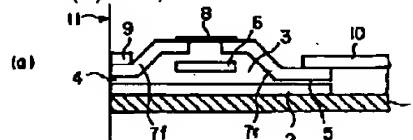
## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetoresistive effect head embodying multitracking with which recording and reproducing operation under a low flying height or sliding with high sensitivity and low noise is possible and higher density and higher speed are possible.

**SOLUTION:** The magneto-resistive head of a yoke structure comprises a set of magnetic yokes (2, 7f, 7r) having gaps (4, 5) with which a prescribed reproduction resolution is obtainable, an anisotropic magnetoresistive effect element (AMR) 8 or giant magneto-resistive effect element (GMR) which is installed near the thinly formed part of these magnetic yokes, leading-out conductors (9, 10) for energizing either of these magneto-resistive effect elements (MRs) and a conductive 6 for bias magnetic field application to the magneto-resistive effect element 8 according to need. At this point, the magneto-resistive effect element 8 is arranged in contact with the magnetic yokes (7f, 7r) or in sufficient proximity to the distance below 100 nm. The plural magnetic heads are so arrayed in such a manner that the distance between the adjacent

tracks attains 21  $\mu\text{m}$ , by which the magnetic head is applied to multitracking as well.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-285494

(22) 出願日 平成9年(1997)10月17日

(71) 出願人 591108178

秋田県

秋田県秋田市山王4丁目1番1号

(72) 発明者 山川 清志

秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4-21 秋田  
県高度技術研究所内

(72) 発明者 本多 直樹

秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4-21 秋田  
県高度技術研究所内

(72) 発明者 大内 一弘

秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4-21 秋田  
県高度技術研究所内

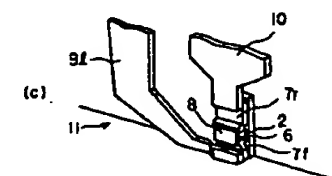
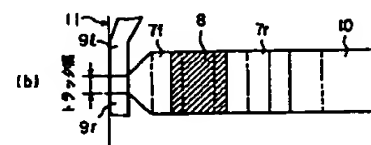
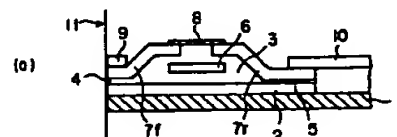
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 5 名)

## (54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

## (57) 【要約】

【課題】 高感度と低ノイズで低浮上量下又は撓動下での録再動作可能で且つ、高密度化と高速化が可能なマルチトラック化も実現する磁気低抵抗効果型磁気ヘッドを提供すること。

【解決手段】 所定の再生分解能が得られるようなギャップ(4,5)を有する一組の磁気ヨーク(2,7f,7r)と、この磁気ヨークの一部を薄くした近傍に設置された異方性磁気抵抗効果素子(AMR) 8又は巨大磁気抵抗効果素子(GMR) と、この何れの磁気抵抗効果素子(MR)へ通電する為の引出導体(9,10)と、必要に応じ磁気抵抗効果素子8へのバイアス磁界印加用導体6と、からヨーク構造の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを構成する。このとき、磁気抵抗効果素子8を磁気ヨーク(7f,7r)に接触または、100nm以下の距離に充分近接させて配置する。また、隣接するトラック間距離を1μm以下になるように複数磁気ヘッドを配列してマルチトラック化にも応用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のギャップを有する一組の磁気ヨークと、この磁気ヨークの一部に設置された異方性磁気抵抗効果素子または巨大磁気抵抗効果素子と、この磁気抵抗効果素子に通電するため前記磁気ヨークに接続された引出導体と、前記磁気抵抗効果素子へのバイアス磁界印加用として必要に応じて配置される導体と、を具備してトラック方向に積層して成る磁気ヨーク構造を有するヨーク型磁気抵抗効果型磁気ヘッドであって、前記磁気抵抗効果素子は、前記磁気ヨークに対して接触または、100nm以下の膜厚の導体層を介して接触配置され、前記磁気ヨークを経由して前記磁気抵抗効果素子にセンス電流が印加されるように構成されて成ることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項2】 前記磁気ヨークと前記磁気抵抗効果素子は電気的に接続され、該センス電流が前記磁気ヨークを介して前記磁気抵抗効果素子に供給される構成であると共に、

前記磁気ヨークと前記磁気抵抗効果素子は磁気的に接続または、所定の導体で膜厚が100nm以下の非磁性層、反強磁性層あるいは硬質磁性層の何れか、またはこれら各層の積層膜を隔てて近接して成ることを特徴とする、請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項3】 前記磁気ヨークの少なくとも1つは、前記磁気抵抗効果素子に電気的に接続されている近傍において、分断されているか、あるいは、当該磁気ヨークの一部を切り欠いた形状で部分的に薄い膜厚を成して連続していることを特徴とする、請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項4】 前記磁気ヨークのトラック幅方向の外部に、この磁気ヨークと1 $\mu\text{m}$ 以下の間隙にて前記磁気ヨーク及び前記磁気抵抗効果素子の形成に用いた磁性薄膜と同一の薄膜を配した構成とすることにより、前記磁気ヨーク及び前記磁気抵抗効果素子の磁区制御を行うことを特徴とする磁気ヘッドであるか、または、前記磁気ヨークのトラック幅方向の外部に、1種類または複数種類、あるいは膜厚の異なる硬質磁性膜を配した構成とすることにより、前記磁気ヨーク及び前記磁気抵抗効果素子の磁区制御を行うことを特徴とする、請求項1または請求項3に記載の磁気ヘッド。

【請求項5】 当該トラック幅方向に一行に複数の前記磁気ヘッドを集積して成るマルチトラックヘッドであって、

前記引出導体のうちで所定の媒体に対面する側に設けられた一方の引出導体を複数の磁気ヘッドで共用し、他方の引出導体を各磁気ヘッドごとに個別に使用できるように接続されて成り、

隣接する前記磁気ヘッドのそれぞれの間のトラック間隙が1 $\mu\text{m}$ 以下に設定可能なように構成された構造を有し、

当該磁気ヘッドの両端の磁気ヘッド外側部分に所定の膜を、前記磁気抵抗効果素子の磁区制御を行えるように設けたことを特徴とする、請求項1、3または4に記載の磁気ヘッド。

【請求項6】 磁気ヨーク構造を有するヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドにおいて、

アクセスする所定の媒体の対向面近傍でこの面に対し概略平行で且つ、前記磁気ヨークを1回〜数回巻回して成る巻線を施して垂直磁気記録用磁気媒体に記録可能に構成され、

同一の当該磁気ヘッドによって記録及び再生可能に構成されて成ることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスク装置あるいは磁気テープ装置等に代表される磁気記録装置に用いられる磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録装置の大容量化を図るため、高感度でかつ高速応答可能な磁気ヘッドが益々求められており、この要望に応えるべく、従来の誘導型の薄膜ヘッドをはじめとして、磁気抵抗効果素子(MR素子)を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッド(MRヘッド)等がハードディスク装置や磁気テープ装置用に開発され実用に供されている。この磁気抵抗効果型磁気ヘッドにはその用途または構造の違いにより大別して以下のような2種類のタイプがある。

【0003】この一例として図8には、ハードディスク装置に使用されるシールド構造を有する従来の抵抗効果型磁気ヘッド、所謂「シールド型磁気抵抗効果磁気ヘッド」を例示する。このMRヘッドは、磁気抵抗効果素子8がヘッド浮上面に露出し、記録媒体としての磁気ディスクに近接して、例えば、狭いギャップでアクセス動作するために高感度な再生特性を有する。

【0004】一方、図9にはVTRやデータストリーマー等の磁気テープ装置に用いられているヨーク構造を有する従来の抵抗効果型磁気ヘッド、所謂「ヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッド」の例を示す。このMRヘッドの基本構造は、磁気ヨーク22の一部を切り欠いて、その部分に磁気抵抗効果素子8を配置したものである。磁気抵抗効果素子が記録媒体対向面から内部に後退して配置されているために、摺動耐久性や熱雑音などの点で優れた特徴を有している。

【0005】これらの磁気ヘッドに用いられている磁気抵抗効果素子は異方性磁気抵抗膜により作られているが、近年さらにこれに代わってより高感度な特性を発揮する巨大磁気抵抗膜(GMR膜)を実用化するための検討が進行している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 一般に、磁気ヘッドの立場から観た記録密度の向上は、トラック幅の減少によるトラック密度の増大と、磁気ヘッドと記録媒体とのスペーシング（浮上量）の低減や磁気ヘッドのギャップ長の短縮による線記録密度の増大によって成される。前述の如くシールド型磁気抵抗効果ヘッドは高感度であるために、これまでトラック幅の狭小化による高密度化が強く押し進められてきたが、将来の更なる大容量化のためには、この高密度化に加えて「低浮上量化」とシールドギャップ長の縮小による「高線記録密度化」が不可欠である。

【0007】しかしながら、上記の低浮上量化に際しては、どうしても磁気ヘッドが記録媒体と接触する確率が高まるので、摩擦により一時的に発生するスパイク熱が原因の雑音や、磁気ヘッドや記録媒体の表面に施された保護膜の摩耗の結果として起こり得る磁気抵抗効果素子の腐食、そして磁気ヘッドと導電性磁気媒体の電氣的接触による素子動作の不安定性が生じることが一般的に懸念される。但し、従来構造の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの例として図10に挙げる「縦型（パーティカル）」磁気抵抗効果磁気ヘッドでは、磁気抵抗効果素子8がヘッド浮上面から奥まった位置に配置されているために、これらの問題は原理的には軽微になる。しかし、前述の「シールド型」磁気抵抗効果磁気ヘッドと同様にギャップ長を小さくするためには素子とシールド間の絶縁膜を薄くする必要があり、これは絶縁耐力の低下を招く故に、やはり上記の縦型ヘッドでも著しい「狭ギャップ化」の実現は困難である。

【0008】一方、ヨーク構造を有するヨーク型磁気抵抗効果ヘッドにおいては、上述の諸問題は構造的には無く、ヘッドとしての分解能を決定するギャップの内部には何等の機能物も無いことから、狭ギャップ化、即ち「高線記録密度化」が容易である。但し、磁気ヨークから成る磁気回路の途中にパーミアンスの小さい磁気抵抗素子が挿入されることと、磁気ヨークと磁気抵抗素子とがおおよそ300nmをもって磁氣的に絶縁されていることに起因して、従来技術では再生感度が低いという問題はあった。また、特にトラック幅を狭めた場合に、ヘッドを構成する磁気ヨークの磁区構造の乱れに起因したノイズが生じるという問題もあった。

【0009】そこで本発明の目的の1つは、特にヨーク構造を有するヨーク型磁気抵抗効果ヘッドの構造に工夫を加えることで高感度化及び低ノイズ化を図り、高分解能で且つ低浮上量下あるいは撓動下での記録再生動作も可能なヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドを提供することにある。

【0010】また、従来のヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドにおいては、磁気抵抗素子をトラック幅方向に配置し、これと同方向にセンス電流を通电するために、磁気ヘッド両側に引出導体（リード）を設ける必要があり、

このため、ヘッドの「マルチトラック化」に際しては、隣接するトラックを十分に近づけることが困難であるという問題があった。そこで本発明のもう1つの目的は、多数のトラック間隔の短縮化を図りマルチトラック化を実現して、記録再生の高密度化と高速化を可能とするヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドを提供することにある。

【0011】

【問題を解決するための手段】 上記の問題を解決し目的を達成するために、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは次のような手段を講じている。すなわち、

【1】 本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、ギャップを有する一組の磁気ヨークと、この磁気ヨークの一部に設置された異方性磁気抵抗効果素子（AMR）または巨大磁気抵抗効果素子（GMR）と、この磁気抵抗効果素子に通電するため接続された引出導体と、磁気抵抗効果素子へのバイアス磁界印加用としての導体とをトラック方向に積層して磁気ヨーク構造に形成する。そして、磁気抵抗効果素子は、磁気ヨークに対して接触または、100nm以下（理想的には、0～5nm）の厚さの導体層を介して接触配置し、磁気ヨークを経由して磁気抵抗効果素子にセンス電流が印加されるように構成する。

【2】 この場合、磁気ヨークと磁気抵抗効果素子は電氣的に接続され、センス電流はヨークを通して磁気抵抗効果素子に供給されるように構成する。またこれと同時に、磁気ヨークと磁気抵抗効果素子は磁氣的にも接続もしくは、所定の導体で膜厚が100nm以下の非磁性層または反強磁性層、あるいは硬質磁性層の何れか、またはそれらの積層膜を隔てて近接するように構成する。

【3】 磁気ヨークの少なくとも1つを、磁気抵抗効果素子に電氣的に接続されている近傍で分断するか、またはその磁気ヨークの一部を例えば切り欠いたような形状にして部分的に薄い厚さに連続的に形成する。

【4】 また、磁気ヨークのトラック幅方向の外部には、この磁気ヨークと例えば1μm以下の間隙で当該磁気ヨーク及び磁気抵抗効果素子の形成に用いた磁性薄膜と同一な薄膜を配した構成にするか、または、磁気ヨークのトラック幅方向の外部に1種類以上あるいは膜厚の異なる硬質磁性膜を配して、これら磁気ヨーク及び磁気抵抗効果素子の磁区制御を行うように構成する。

【5】 上述した複数の磁気ヘッドをトラック幅方向に一列に集積してマルチトラックヘッドを形成し、複数の引出導体のうちの媒体に対面する側に設けた引出導体を複数の磁気ヘッドで共用し、他方の引出導体を各磁気ヘッドごとに使用できるように接続する。また、隣接磁気ヘッド間のトラック間隔が1μm以下に構成し、該磁気ヘッド両端のヘッド外側部分に磁気抵抗効果素子の磁区制御を行えるように膜を設ける。

【6】 本発明では、同じくヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドにおいて、媒体対向面の近傍でこの面に対しおよそ平行で且つ、磁気ヨークを1回～数回巻回した巻線を

施して垂直磁気記録用磁気媒体に記録可能に構成し、同一の磁気ヘッドによって記録・再生可能にする。

【0012】（作用）上記の手段によれば次のような作用を奏する。本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドは従来型のヨーク型磁気抵抗効果ヘッドとは異なり、磁気ヨークと磁気抵抗効果素子間の距離を理想的にはゼロ（0nm）または100nm以下の充分に小さな値（例えば5nm程度）に設定できる。したがって、この接続部分の磁気抵抗が小さくなり更に高感度なヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドが実現できる。

【0013】また、磁気ヨークが引出導体を兼ねるために、磁気ヨーク後部からセンス電流を導入し、磁気抵抗効果素子を経由してギャップ近傍の前部磁気ヨークに導く電流経路が形成できる。よって、マルチトラック化に際して前部磁気ヨークに接続される引出導線を共通電極端子とすると、トラック幅方向への引出導線の引き回しが不要となり、1μm以下の間隙でトラックを並べて形成できる。この結果、従来のマルチトラック磁気ヘッドに比べて極めて高集積化した磁気ヘッドが構築可能である。なお、後述のバイアス導体が必要となる場合であっても、本発明が例示する構成の実現には何ら問題とはならない。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドに係わる複数の実施形態例を挙げて詳しく説明する。

（第1実施形態例）図1には本発明の第1実施形態例としての磁気ヘッドの構造を示している。同図1（a）はその断面図であり、（b）はその平面図である。但しこの（b）にはバイアス導体6が省略されている。また同図1（c）には、本実施形態例に基づき作製した磁気ヘッドが斜視図で示している。

【0015】本第1実施形態例に係わる磁気ヘッドは、断面図（a）に示すような薄膜層構造に形成されている。すなわち、非磁性基板1の上に所定の軟磁性薄膜から成る第1磁気ヨーク2が形成され、所定の非磁性絶縁材料から成る非磁性絶縁層3を介してバイアス導体6が形成されている。更に、非磁性絶縁材料から成るそれぞれに適正な厚みと長さを有するギャップ4及びバックギャップ5が形成された後、第2磁気ヨーク7が形成され、この第2磁気ヨークの前部磁気ヨーク7fと後部磁気ヨーク7rとの間隙部分にこれらの第2磁気ヨーク7（7f、7r）と電氣的に接するように磁気抵抗効果素子8が配置され、一体的に形成されている。これら第2磁気ヨーク7と磁気抵抗効果素子8は直接的に接触あるいは、100nm以下の厚みの導体層（不図示）を介して接触している。さらに、所望により前部引出導線9と後部引出導線10を形成する。但し、本実施形態の磁気ヘッドにおいては、前部引出導線9は媒体対向面11に沿ってトラック幅方向の両側に延伸して成る2つの前部引出

導体（9l、9r）として配置されているが、片側（例えば9l）のみの構成も可能である。

【0016】なお、本例の磁気抵抗効果素子8は、例えば異方性磁気抵抗効果素子（AMR）を用いている。更に、前部引出導体の9lと9rの一方から他方に電流を流すことで磁気抵抗効果素子8にバイアス磁界を印加できることから、この場合には独立したバイアス導体6は不要である。

【0017】また、バイアス導体6は必要に応じて適宜形成されるものであり、例えば「スピンバルブ型」の巨大磁気抵抗薄膜を磁気抵抗効果素子として使用する場合は、即ち巨大磁気抵抗効果素子（GMR）を用いる場合には原理的にこの様なバイアス導体が必要となる。なお、このGMRは、スピンバルブ巨大磁気抵抗効果素子の他にも、多層膜巨大磁気抵抗効果素子や微粒子巨大磁気抵抗効果素子（グラニューラーGMR）等でもよい。

【0018】また、第1磁気ヨーク2には非磁性基板1上に被着した薄膜磁性材料を用いているが、これらに替えて軟磁気特性を有する磁性基板を用いることもできる。さらに、磁気抵抗効果素子8は磁気ヨーク上面に配置されているが、磁気ヨーク下面に配置してもよい。なお、上記の実施内容は以下に述べる第2～第6実施形態例においても成立するものである。

【0019】（作用効果1）このように構成された本第1実施形態例においては、ヘッドにより記録媒体上の磁気に感知して電圧を発生させるセンス電流は、後部引出導体10より導入され、後部磁気ヨーク7r、磁気抵抗効果素子8および前部磁気ヨーク7fを経由して前部引出導線9へと流れ出る。ここでは、磁気抵抗効果（MR効果）を発揮する磁気抵抗効果素子8と磁気ヨーク7f、7rの絶縁を図る必要がないことから、これらの構成要素を磁氣的に接触または近接して配置することが可能であり、その結果、ヘッド磁気回路部の磁束伝達効率が向上し、再生効率の向上が図られる。

【0020】また、磁気抵抗効果素子8には、磁束の伝達を担う磁性層（磁束伝達層）以外の層も含まれる故に、この磁束伝達層と磁気ヨークとの厳密な磁氣的接触を実現するためには、磁気抵抗効果素子8内の層形成順序を考慮する必要がある。例えば、スピンバルブ型の巨大磁気抵抗効果素子（GMR）を使用する場合、本第1実施形態例ではGMR素子の最下層に、所謂「自由磁化層（フリー層）」を配置している。

【0021】なお、この本第1実施形態例に対し、以下に示す第2実施形態例では逆に、GMR素子の最上層に自由磁化層を配置する層構造が適切であるとして例示している。また、磁気ヨークにセンス電流が流れるため、磁気ヨーク部分の磁気抵抗変化が磁気抵抗効果素子の信号に対してノイズとして加わることが懸念されるが、しかし、磁気ヨーク内の磁化レベルが低いことや、磁気抵抗効果のほとんど無い軟磁性材料（例えば、CoZrNb等）

を使用することで、これに起因するノイズは問題とはならないと言える。即ち、磁気抵抗変化率 ( $\Delta\rho/\rho S$  (%)) による外部印加磁界依存性を示す図2のグラフにおいて、各層の材質と厚さが、Ta (5nm) / NiFe (10nm) / Cu (2.4nm) / NiFe (5nm) / FeMn (10nm) / Ta (5nm) の膜構成の磁気抵抗効果素子に、例えば、CoZrNb (150nm) / Ti (10nm) / CoZrNb (150nm) の磁気ヨークを接続して均一磁界下での磁気抵抗効果特性を表わしたグラフ (図2(a)) を、磁気ヨークに替えて銅を使用した場合の特性を表わすグラフ (図2(b)) と比較して示すように、磁気ヨークの磁気抵抗効果に起因する問題は見られない。本第1実施形態例では第1磁気ヨーク2と第2磁気ヨーク7(7f, 7r) との間の電気的絶縁の必要性からバックギャップ5を設けているが、この部分の両ヨークの対向面積を広く設計することでこのバックギャップの影響による磁束伝達効率の低下を十分に小さくできるので、この周知技術の採用で実施対応可能である。

【0022】 本実施形態例の構造によれば、再生効率の高い磁気ヘッドが実現でき、しかも摩耗や腐食、熱雑音または導電性磁気媒体との電気的短絡の影響を受け難い特性を備えることが可能となる。したがって、本発明に係わる磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気ディスク装置や磁気テープ装置などの如何なる装置にも搭載が可能となる。また、本第1実施形態例に示した磁気ヘッドは、後述する第2および第3実施形態例の磁気ヘッドに対比して次のような特徴を有する。即ち、磁気抵抗効果素子が磁気ヘッドの作製工程のほぼ最後に形成されるために、作製工程での加熱による磁気抵抗効果素子の特性劣化の悪影響を回避できる。このことは、巨大磁気抵抗効果素子を用いる場合に特に有効となる。

【0023】 (第2実施形態例) 図3には本発明の第2実施形態例としての磁気ヘッドの構造を示す。まず同図3(a) に示す一例は、前述した第1実施形態例における層構造での各層の形成順序を逆に実施したものである。すなわち、初めに引出導体9、10を形成し、次にこれらの間に磁気抵抗効果素子8を形成するという順序で図示のような層構造に構築する。そして最後に、連続した形状の第1磁気ヨーク2を形成する。

【0024】 なお、引出導体9、10の形成の仕方には種々の変形も可能である。例えば、非磁性基板1に予め所定の溝(不図示)を形成しておき、ここに所望の引出導体を埋め込み形成する構造とすることで、非磁性絶縁層12を省くことも可能である。

【0025】 次に、図3(b) に示す例は、非磁性基板1に形成した凹形状の溝に第1磁気ヨーク2を埋め込み形成することで第2磁気ヨーク7を平坦な面上に形成できるようにした点が、前述の第1実施形態例と異なる点である。

【0026】 (作用効果2) よって、本第2実施形態例

によれば、前者の第2実施形態例 (図3(a)) では、段差が無く平滑性の良い非磁性基板あるいはこの基板に近い層上に磁気抵抗効果素子を形成できるため、特性の良好な磁気抵抗効果素子を得やすい特徴を有し、一方、後者の実施形態例 (図3(b)) では、媒体対向面に近い部分の磁気ヨークに段差が無いことから、フォトリソグラフィ技術を用いて磁気ヨークを形成する際にトラック幅の加工精度を向上しやすいという特徴を有する。

【0027】 (第3実施形態例) 次に第3実施形態例は、前述の第2実施形態例 (図3(a)) と概略同じ形態ではあるが、第2磁気ヨーク7が前後に分割されず一体となっている点が異なる。詳しくは、第2磁気ヨークの一部分の膜厚を他の部分よりも薄くして、この部分に磁気抵抗効果素子8を接触させた構成 (図4(a) 参照)、あるいは100nm以下の間隙で近接配置した構成 (図4(b) 参照) を有している。後者の構成では、磁気抵抗効果素子8と磁気ヨーク7の間隙に導体層13を挿入して両者間の導通を確保する。

【0028】 本実施形態例では、磁気ヨークの導電率と、パーミアンス (即ち、ヨーク断面積×透磁率) を適切に選定することで、磁気抵抗効果素子にセンス電流と磁束が共に分流され、信号出力が検出できる。例えば、磁気ヨークとして高抵抗率のCoZrNbから成る非晶質磁性薄膜を用い、磁気抵抗効果素子近傍の膜厚を0.3 $\mu\text{m}$ に設定した場合には、各層の材質と厚さがそれぞれ、NiFe (10nm) / Cu (2.4nm) / NiFe (5nm) / FeMn (10nm) のスピナルバルブ型の巨大磁気抵抗効果素子に約50%のセンス電流を分流することができる。また、図4に示す実施形態例では、磁気抵抗効果素子8が第2磁気ヨーク7の上面側に配置されているが、所望によりヨークの下面側に配置してもよい。

【0029】 (作用効果3) よって、本第3実施形態例によれば、前述の実施形態例に比較して磁気ヨークの磁束伝達効率の更なる改善により、高感度な磁気ヘッドを実現することができる。

【0030】 (第4実施形態例) 図5には前述の第1～第3実施形態例に記録機能を付加した第4の実施形態としての磁気ヘッドを示す。1ターン (巻回) または数ターンの記録コイル14が第1磁気ヨーク2及び第2磁気ヨーク7を取り囲み、かつ磁気ヘッドの媒体対向面11近傍で当該面に概略平行に巻かれた構造を有する。図5に示す第4実施形態例では、巻数が2ターンで、ヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドが第1実施形態例のものの場合について示しており、巻線の引出導体は図示していない。本第4実施形態例の磁気ヘッドは「垂直磁気記録用」の軟磁性裏打ち層を有する記録媒体と組み合わせて用いられる。磁気ヘッドの第1及び第2磁気ヨークの厚みをそれぞれ $t_1$ 、 $t_2$ とし、その飽和磁化を $M_{sh}$ とし、磁気媒体の軟磁性層の膜厚を $\delta$ 、飽和磁化を $M_{sm}$ とすると、望ましい記録特性を得るためには磁気ヨークとして

下式が表わす条件を満足する必要がある。

\* \* [0031]

$$Msh(t_1+t_2) < 2Msm \cdot \delta \quad \dots (式)。$$

(作用効果4) によって、本第4実施形態例によれば、同一の磁気ヨークを用いて記録と再生が可能となる。但し、記録時は単磁極ヘッド、再生時はリングヨークヘッドとして動作するために、記録点と再生点が磁気ヨークの厚み分だけずれる。しかし、磁気ヨーク厚に関する上記条件式より求まるこのずれ量は、通常の磁気メディア諸元に対しては $1\mu m$ より短い。この値は、現用のマージ型シールド磁気抵抗効果磁気ヘッドの $1/3 \sim 1/2$ 以下である。媒体対向面における記録媒体走行方向の流出端側のヨークの幅を他の一方のヨーク幅より広くすることで、記録トラック幅を再生トラック幅より広くすることができるが、スキュー角に伴う記録トラックと再生トラックの位置ずれが小さいために、再生トラック幅に対する記録トラック幅を従来に比べて狭くでき、結果としてトラック密度の向上が計れる。また、現用のマージ型シールド磁気抵抗効果磁気ヘッドに比べて単純な構造であり、作製もより容易である。

【0032】(第5実施形態例) 図6(a),(b)に示す第5実施形態例は、磁気ヨークや磁気抵抗効果素子の磁区制御に関わる一例である。前述した第1～第3実施形態例の磁気ヘッド構造においては、磁気ヨークのトラック幅方向外側には磁気ヨークと同一あるいは極近接した高さ(但し、基板面を基準とする)の素子構造物が存在しない構造である故に、本第5実施形態例としては、この何も存在しない部分に所定の磁区制御膜を配置することが可能である。詳しくは次の二例のように実現する。

【0033】図6(a)には第2磁気ヨーク7及び磁気抵抗効果素子8に用いたのとそれぞれ同一の磁性薄膜15, 16を磁区制御膜として、磁気ヘッドの外側にも配置した構成を示す。この例は、トラック幅方向の反磁界を軽減することによって磁区の不規則化を防止することを目的とするものであり、本機能を有効に作用させるには磁気ヨークや磁気抵抗効果素子と磁区制御膜との間隙が $1\mu m$ 以下であることが要求される。したがって、本実施形態例では磁性薄膜の成膜後に収束イオンビームエッチング(FIB)装置を用い、磁気ヘッド形状の外周に沿って磁性薄膜をエッチング除去することにより容易に作製可能であり、当該間隙を $0.2\mu m$ 以下とすることも可能である。

【0034】図6(b)には、磁気ヘッドの外側に永久磁石材料から成る硬質磁性薄膜17, 18を磁区制御膜として配置した例を示している。この例は、上記の薄膜から発生する磁界で第2磁気ヨーク7及び磁気抵抗効果素子8の磁区を制御しようとするものである。

【0035】なお、本第5実施形態例は前部磁気ヨーク7fと磁気抵抗効果素子8及び後部磁気ヨーク7rのそれぞれに対応する位置に異なる種類の磁区制御膜17, 50

16, 18を配置したものとして例示してあるが、これに限らず、磁気ヨーク7(7f, 7r)や磁気抵抗効果素子8の各部位に対して磁区制御膜の磁性材料の種類や膜厚を適宜に選定し、印加磁界の強度を調節することができる。本実施形態例は、磁気抵抗効果素子8及び磁気ヨーク7の形成後にリフトオフ法を用いて磁区制御膜を必要部分にのみ選択的に被着させることで容易に形成可能である。また、図6(a),(b)では第2磁気ヨーク7及び磁気抵抗効果素子8に対する磁区制御に関してのみ示したが、第1磁気ヨーク2に関しても同様に適用することが可能である。

【0036】(作用効果5) このように本第5実施形態例によれば、磁気抵抗効果素子やトラック幅の減少に伴って生じる磁気ヨークの磁化挙動の不安定性を改善し、波形変動やノイズの少ない記録再生が可能となる。

【0037】(第6実施形態例) 次に、図7(a),(b)に示す第6実施形態例は、前述の第1～第3実施形態例で示した磁気ヘッドを利用してマルチトラック化を実現する本発明の磁気ヘッドの例を示している。ただしこの例では、マルチトラック用磁気ヘッドとして最も集積度の高い場合について示すため、前述の各実施形態例とは異なり、磁気ヨーク幅がトラック幅に等しく設定されている。

【0038】図7(a)には、この磁気ヘッドの配列構成と磁気媒体上のマルチトラックとの概要を示している。磁気媒体11に形成される複数のトラックT1～T4のそれぞれには磁気ヘッドh1～h4が専用にアクセスされる近接位置にトラック長手方向に直角に配列されている。各磁気ヘッドh1～h4への入力電流(IN)は個別に設けられたそれぞれの後部引出導体10を経由して供給され、一方、前部引出導体9は図示の如くすべての磁気ヘッドh1～h4に共通して接続されており、それぞれのトラックT1～T4から読み出されたデータに基づくセンス電流(OUT)を所定の共通端子を経由して得ることができる。

【0039】詳しくは、磁気媒体11のトラック幅方向に、4つの磁気ヘッドh1～h4を一列に集積したマルチトラックヘッドであり、各磁気ヨークに接続されている引出導体のうち、この磁気媒体11に対向する面側に設けられた前部引出導体9をこれら磁気ヘッドh1～h4に亘って共通使用し、他の複数の後部引出導体10を各ヘッド毎に個別に有している。このとき、隣接する磁気ヘッドのトラック間隙が例えば $1\mu m$ 以下になるように配列する。

【0040】また、同図7(b)には、このマルチトラック化に対応する本実施形態例の実際の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの平面構成を示している。但し、前述したバياس導体は省略している。本例では特に、磁気ヘッド



が8個配列された場合について例示しているが、この数には限定されずトラック数に対応した数でもよい。

【0041】本実施形態例のマルチトラック化対応磁気ヘッドは、第1～第3実施形態例で説明した単一の磁気ヘッドを引出導体の部分を変更して平面的に配列したものである。そして上述のようにすべての磁気ヘッドh1～h8が1つの前部引出導体9を共有し、後部引出導体10は各磁気ヘッドh1～h8に結線された回路構成を特徴としていることが解る。

【0042】（作用効果6）本第6実施形態例の磁気ヘッドは、複数の磁気ヘッドをその引出導体部分のわずかな変更により実現している。例えば、磁気ヨーク用磁性薄膜と磁気抵抗効果素子用磁性薄膜の成膜後に、FIB装置等を用いて各々の磁気ヘッドを分離し、用途に合致するような回路およびレイアウトを考慮して配線を変更することによって容易に製造可能であるばかりでなく、隣接する磁気ヘッドとの距離（トラック間隔に同じ）を1μm以下にすることができる。また、前述した第1～第4の各実施形態例に示したトラック幅よりも磁気抵抗効果素子8が接続される近傍の磁気ヨークの幅が広い磁気ヘッドに関しても当然ながらマルチトラック化が実現可能である。また、前述の第5実施形態例で示した磁区制御の方法は、本実施形態例においても当該磁気ヘッドの最も外側に対して適用可能である。

【0043】よって、本第6実施形態例によれば、1μm以下の間隙を有する高感度なマルチトラック磁気ヘッドの実現が可能である。この結果、連続した複数トラックを用いる記録再生が可能となり、マルチトラック記録に適する信号処理技術との併用によって、大容量でかつ高転送速度を有する記録装置を構築することが可能となる。

【0044】（その他の変形実施例）このように複数の実施形態例を挙げて本発明を説明してきたが、例えば、採用する各部の形状、材質または寸法等は、搭載しようとする装置に最適ように変形実施が可能である。そのほかにも、本発明の要旨の範囲内であれば種々の変形実施も可能である。

#### 【0045】

【発明の効果】以上、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドによれば次のような効果が得られる。すなわち、

（1）本発明の磁気ヘッドの利点は、ヨーク構造を有する抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、磁気ヨークを通じてセンス電流を印加するような構成にすることで磁気抵抗効果素子を磁気ヨークに接触または近接配置させることが可能となり、これにより磁気ヘッドとしての磁束伝達効率が向上して、高感度化が達成できる。また、構造の簡素化により磁区制御膜の配置が可能となるため、低ノイズ化も達成できる。

（2）また、構造が単純であるため、集積化によるマルチトラックヘッド化の実現が容易である。しかも、各

々の磁気ヘッドのトラック間距離を1μm以下にすることが可能であり、これは、大容量・高転送速度の記録装置を実現する上で極めて有用となる。

（3）更にまた、上記ヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドに記録巻き線を施すことにより、垂直磁気記録用の磁気媒体に対して同一磁気ヘッドで記録と再生が可能な磁気ヘッドが提供でき、実用上極めて有用な磁気ヘッドとなる。

【0046】よって、本発明によれば、高感度と低ノイズで低浮上量下又は摺動下での録再動作可能で且つ、高密度化と高速化が可能なマルチトラック化も実現する磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態例の磁気ヘッドの構造を示し、（a）は、磁気抵抗素子等の位置関係を示すこのヘッドの断面図、（b）は、同じくこのヘッドの平面図、（a）は、実際のこのヘッドの斜視図。

【図2】磁気抵抗変化率に基づく本発明の第2実施形態例の磁気ヘッドに関する外部印加磁界依存性を表わし、（a）は、40μm幅のスピナルブ型の磁気抵抗効果素子に、CoZrNbの薄膜から成る磁気ヨークが接続された場合のグラフ、（b）は、銅の非磁性ヨークが接続された場合のグラフ。

【図3】本発明の第2実施形態例の磁気ヘッドの構造を示し、（a）は、基板側に第2磁気ヨーク及びこれに接触配置された磁気抵抗素子が形成された磁気ヘッドの断面図、（b）は、第2磁気ヨーク及びこれに接触配置された磁気抵抗素子がヘッド表面にあり、該磁気ヨークが概ねフラットであるヘッドの断面図。

【図4】本発明の第3実施形態例の磁気ヘッドの構造を示し、（a）は、磁気抵抗素子が磁気ヨークに接触配置されたヘッドの断面図、（b）は、磁気抵抗素子が磁気ヨークに導体層を介して近接配置されたヘッドの断面図。

【図5】本発明の第4実施形態例の磁気ヘッドの構造を示す断面図。

【図6】本発明の第5実施形態例の磁気ヘッドを示し、（a）は、磁区制御膜として軟磁性薄膜を用いた場合の平面構造図、（b）は、硬質磁性薄膜を用いた場合の平面構造図。

【図7】本発明の第6実施形態例としてマルチトラック化に対応できる磁気ヘッドを示し、（a）は、この磁気ヘッドの配列構成と磁気媒体上のマルチトラックとの関係を示す斜視図、（b）は、本実施形態例の実際の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを示す平面図。

【図8】従来のシールド型磁気抵抗効果磁気ヘッドを示す斜視図。

【図9】磁性基板を片側の磁気ヨークに兼用した従来のヨーク型磁気抵抗効果磁気ヘッドの断面図。

【図10】従来の縦型磁気抵抗効果磁気ヘッドを示す

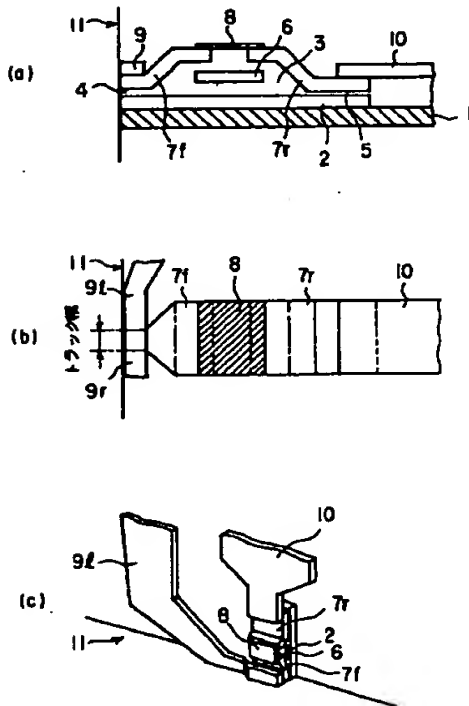


斜視図。

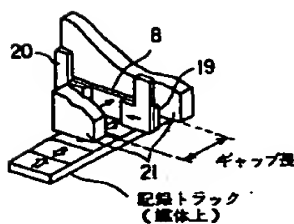
【符号の説明】

- 1… 非磁性基板、  
 2… 第1磁気ヨーク、  
 3… 非磁性絶縁層、  
 4… ギャップ、  
 5… バックギャップ、  
 6… バイアス導体、  
 7, 7f, 7r … 第2磁気ヨーク、  
 8… 磁気抵抗効果素子、  
 9, 9r, 9l … 前部引出導体(前部リード)、  
 10… 後部引出導体(後部リード)、

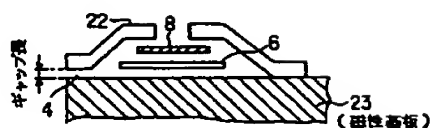
【図1】



【図8】

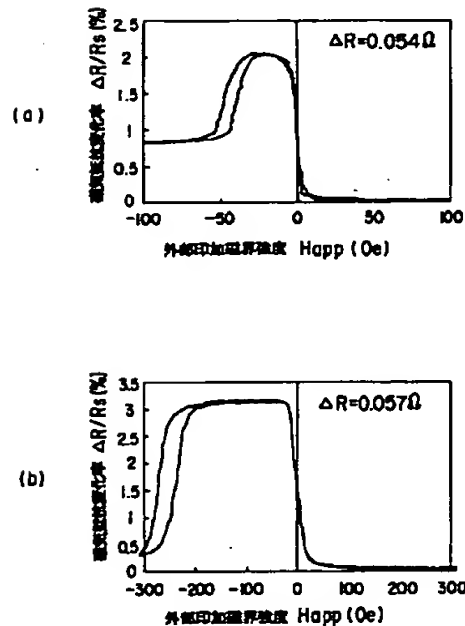


【図9】

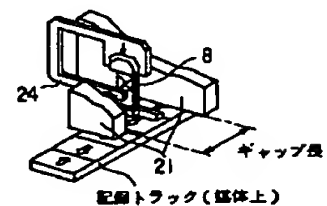


- 11… 媒体対向面、  
 12… 非磁性絶縁層、  
 13… 導体層、  
 14… 記録用巻線、  
 15… 磁気ヨーク用磁性薄膜、  
 16… 磁気抵抗効果素子用磁性薄膜、  
 17, 18, 19… 硬質磁性薄膜、  
 20… 引出導体(リード)、  
 21… 磁気シールド、  
 22… 磁気ヨーク、  
 23… 磁性基板、  
 24… バイアス導体(引出導体を兼用)。

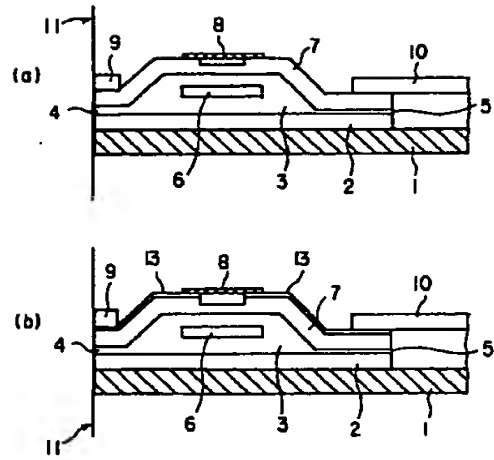
【図2】



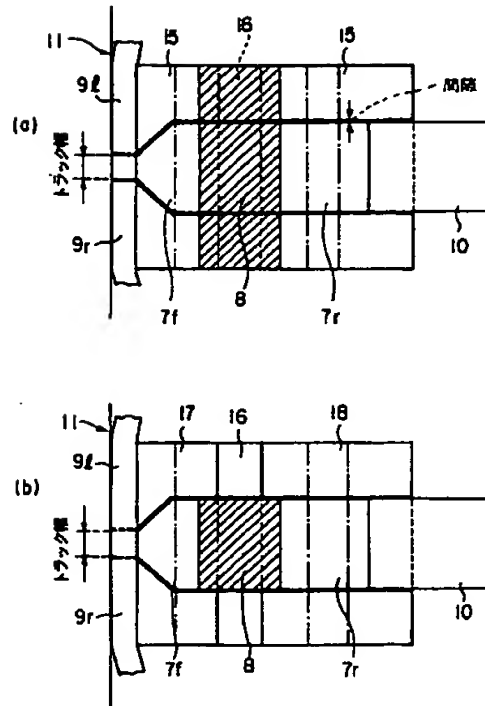
【図10】



【図4】



【図6】



【図7】

